



CONCOURS D'ACCES A LA FORMATION DE DOCTORAT LMD EN
TÉLÉCOMMUNICATIONS POUR L'ANNEE UNIVERSITAIRE 2022-2023

Epreuve : Communication analogique et communication numérique
Durée 1H30

Partie : Communication analogique (10 pts)

Exercice 1 (5 points) :

$y(t)$ est un signal modulé en amplitude donné par:

$$y(t) = 9 \cos(659400 t) + 30 \cos(\omega_p t) + 9 \cos(596600 t)$$

- Déterminez : la bande occupée par $y(t)$, la fréquence de l'onde modulante, la fréquence de la porteuse et le taux de modulation.
- Pour démoduler ce signal, on peut utiliser un détecteur d'enveloppe. Donner son circuit électronique et son principe de fonctionnement.

Exercice 2 (5 points) :

La valeur instantanée de l'angle d'un signal modulé en fréquence (FM) est donnée par,
 $\theta_i(t) = 2\pi 10^6 t + 4 \sin(2\pi 10^3 t)$, et la porteuse a une amplitude notée A_p de valeur 10 V.

- En déduire, par calculs, l'équation du signal modulant noté $m(t)$. On notera par A_m son amplitude maximale, par m l'indice de modulation, par f_m la fréquence du signal modulant, par Δf l'excursion en fréquence et, par k la pente du VCO utilisé dans la conception du modulateur FM.
- Schématisez l'excursion de fréquence sur la caractéristique fréquence-tension du VCO.
- Calculez le rapport ρ , entre la puissance de la porteuse notée P_p et celle calculée à partir du spectre du signal modulé qu'on notera P_{ps} ($\rho = \frac{P_p}{P_{ps}}$). Donnez en une conclusion.

On donne les fonctions de Bessel J_n pour différents indices de modulation m

m	J0	J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7	J8	J9	J10	J11	J12	J13	J14
0.25	0.98	0.12													
0.5	0.94	0.24	0.03												
1	0.77	0.44	0.11	0.02											
1.5	0.51	0.56	0.23	0.06	0.01										
2	0.22	0.58	0.35	0.13	0.03										
2.5	-0.05	0.5	0.45	0.22	0.07	0.02									
3	-0.26	0.34	0.49	0.31	0.13	0.04	0.01								
4	-0.4	0.07	0.36	0.43	0.28	0.13	0.05	0.02							
5	-0.18	-0.33	0.05	0.36	0.39	0.26	0.13	0.05	0.02						
6	0.15	-0.28	-0.24	0.11	0.36	0.36	0.25	0.13	0.06	0.02					
7	0.3	0	-0.30	-0.17	0.16	0.35	0.34	0.23	0.13	0.06	0.02				
8	0.17	0.23	-0.11	-0.29	-0.10	0.19	0.34	0.32	0.22	0.13	0.06	0.03			
9	-0.09	0.24	0.14	-0.18	-0.27	-0.06	0.2	0.33	0.30	0.21	0.12	0.06	0.03	0.01	
10	-0.25	0.04	0.25	0.06	-0.22	-0.23	-0.01	0.22	0.31	0.29	0.20	0.12	0.06	0.03	0.01



Partie : Communication Numérique (10 points)

Exercice 1 (5 points) :

On considère un système de modulation numérique d'amplitude en quadrature.

1. Donner l'expression du signal modulé.
2. Donner le schéma synoptique du démodulateur qui permet de récupérer le signal transmis.
3. On dispose d'une bande de fréquence de 50 KHz sur un canal hertzien :
 - a. Quelle est la rapidité de modulation maximale ?
 - b. Pour cette rapidité de modulation, quelle est la valence du système pour obtenir un débit de 200 Kbit/s.
 - c. Représenter la constellation de cette modulation.
 - d. Dans le cas d'une modulation d'amplitude en quadrature, la probabilité d'erreur par symbole est donnée par la relation suivante :

$$P_e = 4 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{M}} \right) Q \left(\sqrt{\frac{3E_s}{N_0(M-1)}} \right)$$

Que représentent $Q(x)$, E_s et N_0 ? Calculer la probabilité d'erreur pour $\frac{E_s}{N_0} = 10 \text{ dB}$.

NB : $Q(0.69) = 0.24$, $Q(1.41) = 0.08$, $Q(2.10) = 0.0179$, $Q(3.16) = 0.00082$

$$Q(x) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\frac{x}{\sqrt{2}} \right) \text{ et } \operatorname{erf}(x) + \operatorname{erfc}(x) = 1$$

Exercice 2 (5 points) :

Sur un canal de bande passante de 3.75 MHz on transmet des données avec un débit D_b en utilisant filtre à cosinus surélevé de coefficient de roll-off α . À partir du diagramme de l'œil, ci-après déterminer :

1. La taille de la modulation,
2. Le meilleur instant d'échantillonnage,
3. Le seuil de décision optimal,
4. La présence ou l'absence des ISI (Inter Symbol Interference),
5. L'ouverture horizontale,
6. L'ouverture verticale,
7. Le débit binaire,
8. La rapidité de modulation,
9. Le coefficient de roll-off α .

